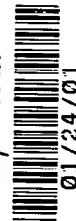




Jc654 U.S. PTO  
09/767919



#2  
14 May 01  
R. Tallor

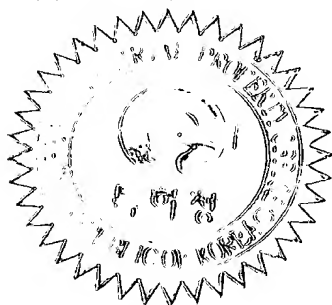
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 30869 호  
Application Number

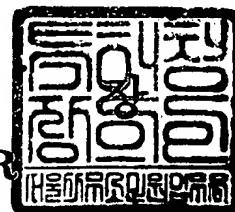
출원 년 월 일 : 2000년 06월 05일  
Date of Application

출원 인 : 한국과학기술원  
Applicant(s)



2000 년 09 월 19 일

특 허 청  
COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.06.05
【발명의 명칭】	편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	OSNR Monitoring Method and Apparatus using Polarization-Nulling Method
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정윤철
【성명의 영문표기】	CHUNG, Yun Chur
【주민등록번호】	560430-1001518
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 101동 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김철한
【성명의 영문표기】	KIM, Chul Han
【주민등록번호】	690804-1405710
【우편번호】	420-023
【주소】	경기도 부천시 원미구 중3동 중흥마을 627동 202호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정대광
【성명의 영문표기】	JUNG, Dae Kwang
【주민등록번호】	710327-1822527
【우편번호】	630-850

**【주소】** 경상남도 마산시 회원구 내서읍 상곡리 192 주공아파트 205동 703호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 이준행  
**【성명의 영문표기】** LEE, Jun Hang  
**【주민등록번호】** 770324-1221815  
**【우편번호】** 482-830  
**【주소】** 경기도 양주군 백석면 홍죽리 210-6  
**【국적】** KR  
**【신규성주장】**  
**【공개형태】** 간행물 발표  
**【공개일자】** 2000.03.08  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 전영일 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 3 면 3,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 5 항 269,000 원  
**【합계】** 301,000 원  
**【감면사유】** 정부출연연구기관  
**【감면후 수수료】** 150,500 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2.신규성(출원시의 특례)규정을 적용받기 위한 증명서류\_1통[추후제 출]

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 ASE(Amplified Spontaneous Emission) 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호(Optical signal)를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트(Quater-wave plate)와 선형 편광기(Linear Polarizer)에 차례로 입력하여 출력되는 최대파워와 최소파워를 검출하고 이를 이용함으로써 자동으로 광신호 대 잡음비(optical signal-to-noise ratio; OSNR)를 감시하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

이러한 광신호 대 잡음비 감시방법은, ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광시키는 제 1 단계와; 상기 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호에서 광신호와 ASE 잡음을 구별하여 상기 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하는 제 2 단계; 및 상기 측정된 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 이용하여 광신호 대 잡음비를 구하는 제 3 단계를 포함한 것을 특징으로 한다.

**【대표도】**

도 4

**【명세서】****【발명의 명칭】**

편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법 및 장치 { OSNR Monitoring Method and Apparatus using Polarization-Nulling Method }

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 선형적 예측에 의한 광신호 대역의 ASE 잡음을 도시한 그래프도,

도 2는 서로 다른 경로와 다른 수의 어븀 첨가 광섬유 증폭기를 통과한 각 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 예를 도시한 그래프도,

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법의 원리를 설명하기 위하여 도시한 도면,

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시장치를 도시한 구성도,

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 광신호 대 잡음비 감시방법의 유효성을 입증하기 위한 실험 구성도,

도 6은 광신호 대 잡음비가 14 dB와 30 dB일 때, 광 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정한 광 스펙트럼과, 본 발명의 한 실시예에 따른 광신호 대 잡음비 감시장치가 측정한 전압파형을 도시한 그래프도,

도 7은 광신호의 파워가 15 dBm에서 25 dBm까지 변화하는 동안, 광 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정한 광신호 대 잡음비와, 본 발명의 한 실시예에 따른 광신호 대 잡음

비 감시장치가 측정한 광신호 대 잡음비 사이의 오차를 도시한 그래프도이다.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ※

41 : 쿼터웨이브 플레이트    42 : 선형 편광기

43 : 광 검출기    44 : 로그 증폭기

45 : 오실로스코프    46 : 컴퓨터

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12>      본 발명은 파장분할다중방식(wavelength-division-multiplexing; WDM) 광전송 시스템에서 편광소멸법을 이용하여 광신호 대 잡음비를 자동으로 감시할 수 있는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게 설명하면 ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트와 선형 편광기에 차례로 입력하여 출력되는 최대 파워와 최소파워를 검출하고 이를 이용함으로써 자동으로 광신호 대 잡음비를 감시하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<13>      최근 들어, 파장분할다중방식 광전송 기술이 실용화됨에 따라 광전송 시스템의 전송 용량이 1 Tb/s 이상으로 급격히 증가하였다. 이와 같은 초대용량 광통신망을 신뢰성 있게 운영 및 관리하기 위해서는 광전송 시스템의 전송 성능을 감시하

는 것이 필수적이며, 이러한 파장분할다중방식 광전송 시스템의 전송 성능은 전송되는 광신호의 광신호 대 잡음비를 측정함으로써 쉽게 감시할 수 있다. 광신호 대 잡음비는 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 잡음 파워의 비로서, 이로부터 광전송 시스템의 전송 성능을 파악할 수 있다.

<14> 종래의 광신호 대 잡음비 측정방법으로서, [H. Suzuki 와 N. Takachio가 발표한 논문 'Optical signal quality monitor built into WDM liner repeaters using semiconductor arrayed waveguide grating filter monolithically integrated with eight photodiodes', Electronics letter, Vol. 35, pp.836-837, 1999] 과 [K. Asahi, M. Yamashita, T. Hosoi, K. Nakaya 와 C.Konoshi 가 발표한 논문 'Optical performance monitor built into EDFA repeaters for WDM networks', presented at optical fiber communication conference, Feb., 1998,]에는, 광신호 외부 대역의 일정한 ASE 잡음으로부터 광신호 대역의 ASE 잡음을 선형적으로 예측하여 광신호 대 잡음비를 측정하는 기술들이 제안되었다.

<15> 도 1은 선형적 예측(linear interpolation)방법을 이용하여 광신호 대 잡음비를 측정하는 원리를 도시한 그래프도이다. 선형적 예측방법은, 광신호 대역의 ASE 잡음을 광신호 외부 대역의 일정한 ASE 잡음으로부터 연장된 점선과 같이 예측하는 방법으로서 예측된 ASE 잡음을 이용하여 광신호 대 잡음비를 측정할 수 있다. 그러나, 각 광신호가 수시로 서로 다른 경로와 다른 수의 어븀 첨가 광섬유 증폭기(erbium-doped fiber amplifier; EDFA)를 통과할 수 있는 파장분할다중방식 광전송 시스템에서는 각 광신호의 대역에 포함된 ASE 잡음이 도 2에 도시된 바와 같이 서로 다를 수 있다.

- <16> 이 경우에는, 광신호 외부 대역의 일정한 ASE 잡음으로부터 선형적으로 예측된 ASE 잡음이 실제 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음과는 다르므로 선형적 예측방법으로는 정확한 광신호 대 잡음비를 측정할 수 없는 문제점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <17> 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 파장분할다중방식 광전송 시스템에서 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광시키는 편광소멸법(polarization nulling)을 이용하여 광신호와 이에 포함된 ASE 잡음을 구별하여 각각의 파워를 측정함으로써, 광신호 대 잡음비를 자동으로 감시하는 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <18> 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법은, ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광시키는 제 1 단계와; 상기 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호에서 광신호와 ASE 잡음을 구별하여 상기 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하는 제 2 단계; 및 상기 측정된 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 이용하여 광신호 대 잡음비를 구하는 제 3 단계를 포함한 것을 특징으로 한다.
- <19> 양호하게는 상기 제 1 단계는, 상기 ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트를 통과시켜서 선형 편광시키는 것을 특징으로 한다.



<20> 보다 양호하게는 상기 제 2 단계는, 상기 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호를 회전하는 선형 편광기를 통과시키는 제 1 소단계와, 상기 선형 편광기에서 출력되는 광신호의 최소파워와 최대파워를 측정하는 제 2 소단계, 및 상기 측정된 최소파워와 최대파워로부터 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하는 제 3 소단계를 포함한 것을 특징으로 한다.

<21> 또한, 본 발명에 따른 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시장치는, 360° 회전하는 동안에 임의의 편광을 가진 광신호(ASE 잡음을 포함)를 두 번 이상 선형 편광시켜 출력하는 쿼터웨이브 플레이트와; 상기 쿼터웨이브 플레이트에서 출력되는 선형 편광된 광신호(ASE 잡음을 포함)의 입력 각도에 따라 가변되는 파워를 가지는 광신호를 출력하는 회전하는 선형 편광기; 상기 선형 편광기에서 출력되는 광신호(ASE 잡음을 포함)의 최소파워와 최대파워를 측정하는 측정수단; 및 상기 측정수단에 의해 측정된 최소파워와 최대파워를 입력받아 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하고, 이를 이용하여 광신호 대 잡음비를 구하는 계산수단을 포함한 것을 특징으로 한다.

<22> 양호하게는, 상기 측정수단은 상기 선형 편광기를 통과한 광신호를 전기적인 신호(전압)로 전환하여 출력하는 광검출기를 포함하고, 상기 계산수단은 상기 측정수단에서 출력하는 전압을 입력받아 상기 최소파워에 상기 최소전압을 대체하고 상기 최대파워에 상기 최대전압을 대체하여 광신호 대 잡음비를 구하는 컴퓨터 또는 마이크로 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<23> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 한 실시예에 따른 '편광소멸법을 이용

한 광신호 대 잡음비 감시방법 및 장치를 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

- <24> 본 발명을 설명하기에 앞서, 본 발명에 사용되는 쿼터웨이브 플레이트와 선형 편광기에 대해 상세하게 살펴보면 다음과 같다. 광전송 시스템에서 전송되는 광신호는 매우 좁은 대역을 가지고 있으며 서로 직각을 이룬 두 개의 편광 성분으로 표현된다. 두 편광 성분의 크기 차이와 위상 차이에 따라 광신호는 원형, 선형 또는 타원형의 편광을 갖는다. 이러한 광신호의 편광은 광섬유를 통해 전송되면서 다른 편광으로 변화한다.
- <25> 쿼터웨이브 플레이트는 입력되는 광신호의 두 편광 성분의 위상 차이에  $90^\circ$ 만큼의 위상 차이를 증가 또는 감소시키는 것으로, 입력되는 광신호의 편광에 따라 출력되는 광신호의 편광을 변화시킨다. 일반적으로 쿼터웨이브 플레이트에 입력되는 임의의 편광을 가진 광신호는 쿼터웨이브 플레이트가  $360^\circ$  회전하는 동안에 두 번 이상 선형 편광되어 출력된다. 이는 [Amnon Yariv가 저술한 Optical Electronics in Modern Communications, fifth edition, OXFORD, 1996] 에 상세하게 기술되어 있다.
- <26> 선형 편광기는 임의의 편광을 가진 광신호가 입력되면 선형 편광기의 선형 편광과 일치하는 성분만 출력한다. 선형 편광된 광신호가 입력될 경우, 선형 편광기의 선형 편광과 광신호의 선형 편광이 일치하면 입력되는 광신호를 그대로 출력하며 선형 편광기의 선형 편광과 입력되는 광신호의 선형 편광이 직각이면 광신호를 출력하지 않는다. 입력되는 광신호의 편광이 선형 편광일 경우, 선형 편광기의 통과특성은 수학식 1과 같이 간단히 기술할 수 있다.

## &lt;27&gt; 【수학식 1】

$$T_{out} = T_{in} \cos^2 \theta$$

<28> 여기서,  $T_{out}$ 은 선형 편광기에서 출력되는 광신호의 파워(watt),  $T_{in}$ 은 입력되는 광신호의 파워(watt),  $\theta$ 는 선형 편광기의 선형 편광과 입력되는 광신호의 선형 편광 사이의 각도(degree)이다.  $\theta = 0^\circ$ 이면 출력되는 광신호의 파워는 입력되는 광신호의 파워와 같고,  $\theta = 90^\circ$ 이면 출력되는 광신호의 파워는 0이 된다. 그러나, 실제 선형 편광기의 경우,  $\theta = 90^\circ$ 에서 출력되는 광신호의 파워는 0이 아니며  $\theta = 0^\circ$ 에서 출력되는 신호 파워의 1/10000 정도이다.

<29> 어븀 첨가 광섬유 증폭기에 의해 발생하는 ASE 잡음은 상당히 넓은 대역을 가지고 있으며, 전송되는 광신호와 달리 대역의 각 주파수 성분들이 서로 다른 편광을 가지고 있으므로 모든 편광이 존재하는 상태라고 볼 수 있다. 이러한 ASE 잡음이 쿼터웨이브 플레이트를 통과하면 대역의 각 주파수 성분이 가진 편광은 변하지만 파워에는 변화가 없다. 또한, 쿼터웨이브 플레이트에서 출력되는 ASE 잡음은 여전히 모든 편광이 존재하는 상태이다.

<30> 쿼터웨이브 플레이트에서 출력되는 ASE 잡음이 선형 편광기에 입력되면 선형 편광기의 선형 편광과 일치하는 성분만 출력되며, 출력되는 선형 편광된 ASE 잡음의 파워는 입력되는 ASE 잡음의 총 파워의 절반(1/2)에 해당한다.

<31>        그러므로, ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트에 입력하여 선형 편광시킨 다음 회전하는 선형 편광기에 입력할 경우, 선형 편광기의 선형 편광과 광신호의 선형 편광이 서로 일치하면 선형 편광된 광신호와 이에 포함된 선형 편광된 ASE 잡음(이 ASE 잡음의 파워는 입력되는 ASE 잡음의 총 파워의 절반이다)이 출력된다. 이 때, 측정되는 파워는 최대가 된다. 반대로, 선형 편광기의 선형 편광과 광신호의 선형 편광이 직각이면 선형 편광된 광신호는 출력되지 않으며 선형 편광된 ASE 잡음(이 ASE 잡음의 파워 또한 입력되는 ASE 잡음의 총 파워의 절반이다)만이 출력된다. 이 때, 측정되는 파워는 최소가 된다. 측정된 최대파워와 최소파워로부터 광신호의 파워와 광신호에 포함된 ASE 잡음의 총 파워를 각각 구할 수 있으며, 광신호 대역과 ASE 잡음 대역의 비를 이용하여 ASE 잡음의 총 파워로부터 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구할 수 있다. 따라서, 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워로부터 정확한 광신호 대 잡음비를 측정할 수 있다. 본 발명은 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광시키는 편광소별법을 위하여 회전하는 쿼터웨이브 플레이트를 이용하며 선형 편광된 광신호와 이에 포함된 ASE 잡음을 구별하여 각각의 파워를 측정하기 위하여 회전하는 선형 편광기를 이용한다.

<32>        도 3은 본 발명에 따른 편광소별법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법의 원리를 도시한 도면이다.

<33>        도 3을 참조하면, ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호( $S_{in}$ )는 회전하는 하나의 쿼터웨이브 플레이트(31, 33)와 회전하는 하나의 선형 편광기(32, 34)를 통과한다.

<34> ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호( $S_{in}$ )를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트(31, 33)에 입력하면 쿼터웨이브 플레이트(31, 33)가  $360^\circ$  회전하는 동안에 입력되는 광신호는 두 번 이상 선형 편광되어 출력되고, ASE 잡음은 모든 편광을 가진 상태로 출력된다.

<35> 다음, 쿼터웨이브 플레이트(31, 33)에서 출력되는 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호를 회전하는 선형 편광기(32, 34)에 입력한다. 이 때, 도 3의 (a)와 같이 회전하는 선형 편광기(32)의 선형 편광과 쿼터웨이브 플레이트(31)에서 출력된 광신호의 선형 편광이 일치하면, 입력된 광신호와 이에 포함된 선형 편광된 ASE 잡음이 출력된다(Out1). 이것이 최대파워가 되며, 이때 선형 편광된 ASE 잡음의 파워는 입력되는 ASE 잡음의 총 파워의 절반( $1/2$ )에 해당한다.

<36> 한편, 도 3의 (b)와 같이 회전하는 선형 편광기(34)의 선형 편광과 쿼터웨이브 플레이트(33)에서 출력된 광신호의 선형 편광이 직각이면 광신호는 출력되지 않고 선형 편광된 ASE 잡음만이 출력된다(Out2). 이것이 최소파워가 되며, 이때 선형 편광된 ASE 잡음의 파워 역시 입력되는 ASE 잡음의 총 파워의 절반에 해당한다. 출력되는 최대파워( $P_{max}$ )와 최소파워( $P_{min}$ )는 아래의 수학적 식 2와 같이 기술된다.

<37> 【수학적 식 2】

$$P_{max} = P_{signal} + \frac{1}{2} P_{ASE}$$

$$P_{min} = \frac{1}{2} P_{ASE}$$

<38> 여기서,  $P_{signal}$ 은 광신호의 파워(watt),  $P_{ASE}$ 는 ASE 잡음의 파워(watt)이다. 입력

되는 광신호와 이에 포함된 ASE 잡음의 파워는 각각  $P_{signal} = P_{max} - P_{min}$  와  $P_{ASEmin}$  이다. 이때, 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워( $P'_{ASE}$ )는 수학적 식 3과 같이 구할 수 있다.

<39> 【수학적 식 3】

$$P'_{ASE} = P_{ASE} \left( \frac{BW_{signal}}{BW_{ASE}} \right)$$

<40> 여기서  $BW_{signal}$ 는 광신호 대역(nm)이며,  $BW_{ASE}$ 는 광신호에 포함된 ASE 잡음의 대역(nm)이다. 일반적으로 신호 대역( $BW_{signal}$ )은 0.1 nm이다. 역다중화된 광신호에 포함된 ASE 잡음의 대역은 역다중화 소자의 통과 대역에 의해 결정된다. 실험에서 역다중화를 위해 사용된 도파로형 회절격자의 통과대역 즉, ASE 잡음 대역( $BW_{ASE}$ )은 0.862 nm였다. 이와 같이 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구할 수 있으며, 이로써, 수학적 식 4와 같이 광신호 대 잡음비를 구할 수 있다.

<41> 【수학적 식 4】

$$OSNR(dB) = 10 \log \left[ \frac{P_{signal}}{P'_{ASE}} \right]$$

<42> 이상에서와 같이 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시방법은, ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가지는 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트에 입력하여, 이 쿼터웨이브 플레이트가 360°회전하는 동안에 두 번 이상 선형 편광되어 출력되는 편광소멸 현상을 이용한다.

<43> 즉, 파장분할다중방식 광전송 시스템에서 역다중화된 ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이트와 선형 편광기에 차례로 입력하여 출력되는 최대파워와 최소파워를 측정함으로써, 자동으로 광신호 대 잡음비를 감시한다. 최대파워는 회전하는 쿼터웨이브 플레이트에 의해 선형 편광된 광신호가 회전하는 선형 편광기의 선형 편광과 일치될 때 측정되며, 최소파워는 회전하는 쿼터웨이브 플레이트에 의해 선형 편광된 광신호가 회전하는 선형 편광기의 선형 편광과 직각일 때 측정된다. 측정된 최대파워와 최소파워를 위의 수학식 2와 수학식 3에 적용하면, 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 각각 구할 수 있으며, 이 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 수학식 4에 적용하면 광신호 대 잡음비를 측정할 수 있다.

<44> 입력되는 신호의 실제 광신호대 잡음비가 25 dB일 때, 본 발명에 따른 방법을 이용하여 0.2 dB 오차 이내에서 측정하려면 회전하는 쿼터웨이브 플레이트에 의해 선형 편광된 광신호와 회전하는 선형 편광기의 선형 편광이 이루는 각도 즉, 수학식 1에서의  $\theta$ 가  $\pm 1.2^\circ$  이내여야 한다.

<45> 따라서, 실제 광신호 대 잡음비가 25 dB일 때 본 발명에 따른 방법을 이용하여 0.2 dB 오차 이내에서 광신호 대 잡음비를 측정하려면, 선형 편광기가  $2.4^\circ (\pm 1.2^\circ)$  회전하는 동안 쿼터웨이브 플레이트는  $360^\circ$  회전하여 입력되는 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광하여 출력하여야 한다. 즉, 쿼터웨이브 플레이트의 회전 속도가 선형 편광기의 회전 속도에 비해 150 배 높아야 한다. 이와 반대로, 선형 편광기의 회전 속도가 쿼터웨이브 플레이트의 회전 속도에 비해 150 배 높아도 25 dB의 광신호 대 잡음비를 0.2 dB

오차 이내에서 측정할 수 있다. 실험에서는 쿼터웨이브 플레이트의 회전 속도(15 Hz)를 선형 편광기의 회전 속도(0.1 Hz)보다 150 배 높게 하였다.

<46> 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시 장치의 구성도이다. 광신호 대 잡음비를 감시하기 위하여 상용 스텝 모터(step-motor)들을 이용하여 쿼터웨이브 플레이트(41)는 15 Hz의 속도로 회전시키고, 선형 편광기(42)는 0.1 Hz의 속도로 회전시킨다. 쿼터웨이브 플레이트(41)와 선형 편광기(42)를 차례로 통과한 광신호는 광검출기(photodetector; PD)(43)에 의해 전압으로 전환되며, 로그 증폭기(logarithmic amplifier; Log)(44)에 의해 증폭되어 오실로스코프(oscilloscope)(45)에 도시된다. 컴퓨터(46)는 오실로스코프(45)에 도시되는 전압 중에서 최대전압과 최소전압을 입력받아 광신호 대 잡음비를 측정한다. 광검출기(43)에 의해 전환된 전압은 광신호의 파워와 선형적인 관계이므로 최대파워가 최대전압으로 전환되며 최소파워가 최소전압으로 전환된다. 따라서, 컴퓨터(46)는 입력된 최대전압과 최소전압을 위의 수학식 2, 3, 4에 적용하여 광신호 대 잡음비를 측정한다.

<47> 도 5는 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시방법의 유효성을 입증하기 위한 실험 구성도이다. 파장가변레이저(tunable laser)(51)를 이용하여 광신호를 제공하며 어븀 첨가 광섬유 증폭기를 ASE 광원(ASE source)(52)으로 이용하여 ASE 잡음을 제공한다. 3-dB 커플러(coupler)(53)에 의해 결합된 광신호와 ASE 잡음은 다시 3-dB 커플러(54)에 의해 두 부분으로 나뉘어진다. 한 부분은 광 스펙트럼 분석기(optical spectrum analyser; OSA)(55)에 입력하여 선형적 예측방법에 의해 광신호 대 잡음비를 측정한다.



이 때, 광신호 대역은 좁으며 ASE 잡음 대역은 상당히 넓고 평탄하므로 선형적 예측에 의해 측정된 광신호 대 잡음비는 정확하다고 할 수 있다.

<48> 나머지는 역다중화를 위한 도파로형 회절격자(waveguide grating router; WGR)(56)를 통과한 다음 3-dB 커플러(57)에 의해 두 부분으로 나뉘어진다. 한 부분은 광신호 대 잡음비 감시장치에 입력되어 광신호 대 잡음비를 측정한다. 역다중화기로서 사용된 도파로형 회절격자의 채널 간격과 통과대역은 1.6 nm와 0.862 nm이다. 파장가변레이저(51)와 ASE 광원(52) 앞에 각각 설치된 광가변감쇄기(optical variable attenuators)(58)를 이용하여 광신호의 파워와 ASE 잡음의 파워를 증감시켜 광신호 대 잡음비를 변화시킨다.

<49> 도 6은 입력되는 광신호의 광신호 대 잡음비가 14 dB와 30 dB일 때, 광 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정한 광 스펙트럼들과 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시장치의 오실로스코프에 도시된 전압들을 나타낸다. 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시 방법에서 선형 편광기가 360° 회전하는 동안 최대파워와 최소파워가 두 번 이상 출력되므로 실험에서는 10초 동안 두 번 이상 최대전압(max)과 최소전압(min)이 나타난다. 따라서, 10초 동안 두 번 이상 광신호 대 잡음비를 측정할 수 있으나 보다 정확한 광신호 대 잡음비를 측정하기 위하여 20초 동안 측정된 최대전압과 최소전압을 이용하여 광신호 대 잡음비를 측정하였다.

<50> 도 7은 광신호 대 잡음비 감시장치를 이용하여 측정된 광신호 대 잡음비와 광 스펙

트럼 분석기를 이용하여 측정된 광신호 대 잡음비의 오차(error)를 도시한 그래프도이다.  $P_s$ 는 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시장치에 입력되는 광신호의 파워이다. 결과에서 알 수 있듯이 측정된 두 광신호 대 잡음비는 서로 일치하며 최대 오차는 0.4 dB에 불과하였다.

<51> 위에서 언급한 양호한 한 실시예에 근거하여 이 발명을 설명하였지만, 이러한 실시예는 이 발명을 제한하려는 것이 아니라 예시하려는 것이다. 이 발명이 속하는 분야의 숙련자에게는 이 발명의 기술사상을 벗어남이 없이 위 실시예에 대한 다양한 변화나 변경 또는 조절이 가능함이 자명할 것이다. 그러므로, 이 발명의 보호범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 한정될 것이며, 위와 같은 변화예나 변경예 또는 조절예를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<52> 이상과 같이 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시방법은 회전하는 쿼터웨이브 플레이트와 선형 편광기를 이용하여 ASE 잡음이 포함된 광신호에서 광신호와 ASE 잡음을 구별하여 각각의 파워를 측정함으로써 광신호 대 잡음비를 정확하게 감시할 수 있다. 그리고, 본 발명에 따른 광신호 대 잡음비 감시장치는 구조가 단순하며 경제적으로 구현할 수 있는 잇점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 선형 편광시키는 제 1 단계와;

상기 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호에서 광신호와 ASE 잡음을 구별하여  
상기 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하는 제 2 단계; 및

상기 측정된 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 이용하여  
광신호 대 잡음비를 구하는 제 3 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 편광소멸법을 이용  
한 광신호 대 잡음비 감시방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단계는,

상기 ASE 잡음을 포함한 임의의 편광을 가진 광신호를 회전하는 쿼터웨이브 플레이  
트를 통과시켜서 선형 편광시키는 것을 특징으로 하는 편광소멸법을 이용한 광신호 대  
잡음비 감시방법.

**【청구항 3】**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 단계는,

상기 ASE 잡음을 포함한 선형 편광된 광신호를 회전하는 선형 편광기를 통과시키는 제 1 소단계와,

상기 선형 편광기에서 출력되는 광신호의 최소파워와 최대파워를 측정하는 제 2 소단계, 및

상기 측정된 최소파워와 최대파워로부터 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하는 제 3 소단계를 포함한 것을 특징으로 하는 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법.

#### 【청구항 4】

360°회전하는 동안에 임의의 편광을 가진 광신호(ASE 잡음을 포함)를 두 번 이상 선형 편광시켜 출력하는 쿼터웨이브 플레이트와;

상기 쿼터웨이브 플레이트에서 출력되는 선형 편광된 광신호(ASE 잡음을 포함)의 입력 각도에 따라 가변되는 파워를 가지는 광신호를 출력하는 회전하는 선형 편광기;

상기 선형 편광기에서 출력되는 광신호(ASE 잡음을 포함)의 최소파워와 최대파워를 측정하는 측정수단,

상기 측정수단에 의해 측정된 최소파워와 최대파워를 입력받아 광신호의 파워와 광신호 대역에 포함된 ASE 잡음의 파워를 구하고, 이를 이용하여 광신호 대 잡음비를 구하는 계산수단을 포함한 것을 특징으로 하는 편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시장치.

**【청구항 5】**

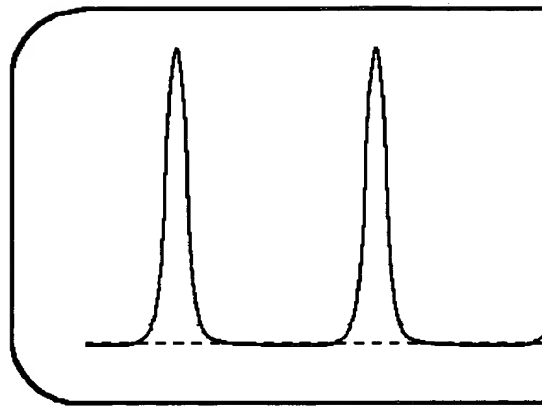
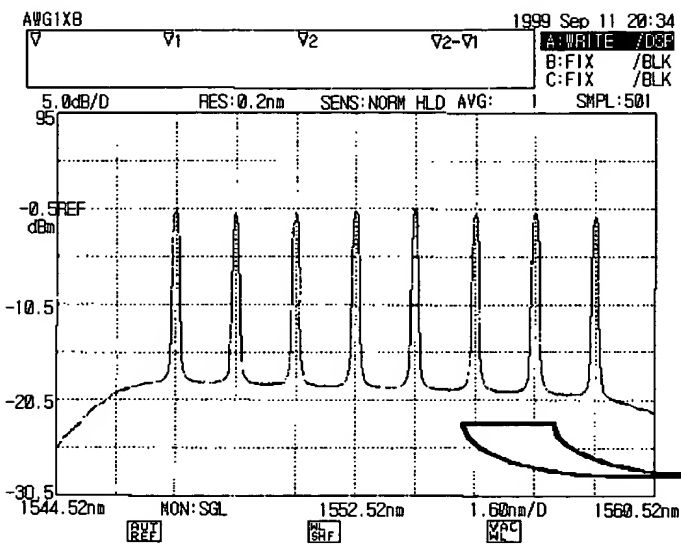
제 4 항에 있어서,

상기 측정수단은, 상기 선형 편광기를 통과한 광신호를 전기적인 신호로 전환하여 출력하는 광검출기를 포함하고,

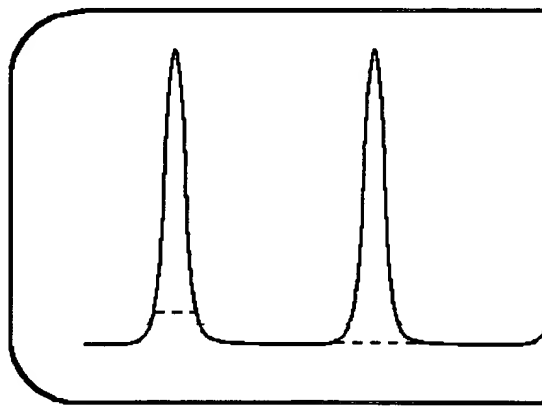
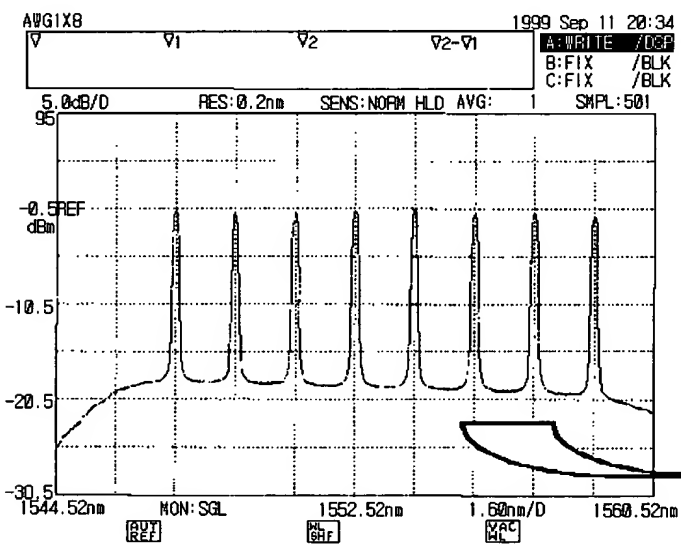
상기 계산수단은, 상기 측정수단에서 출력하는 전기적인 신호를 입력받아 광신호 대 잡음비를 구하는 컴퓨터 또는 마이크로 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 광신호 대 잡음비 감시장치.

## 【도면】

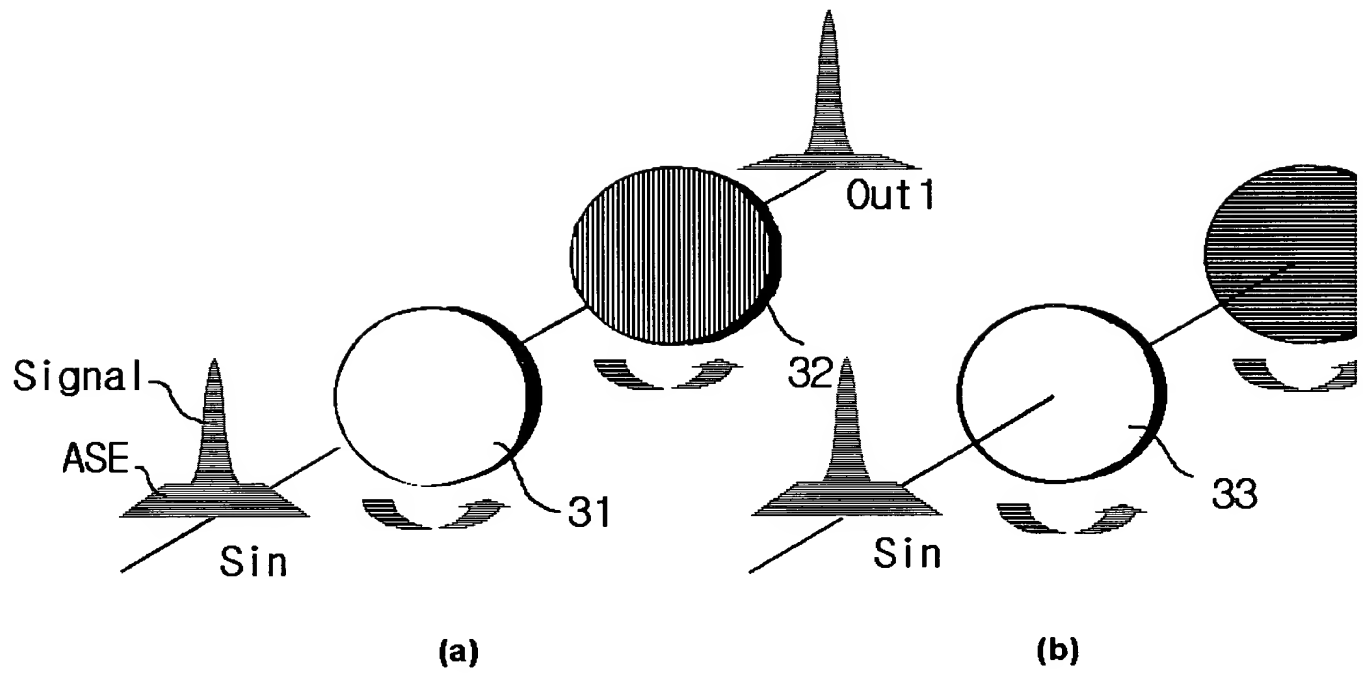
【도 1】



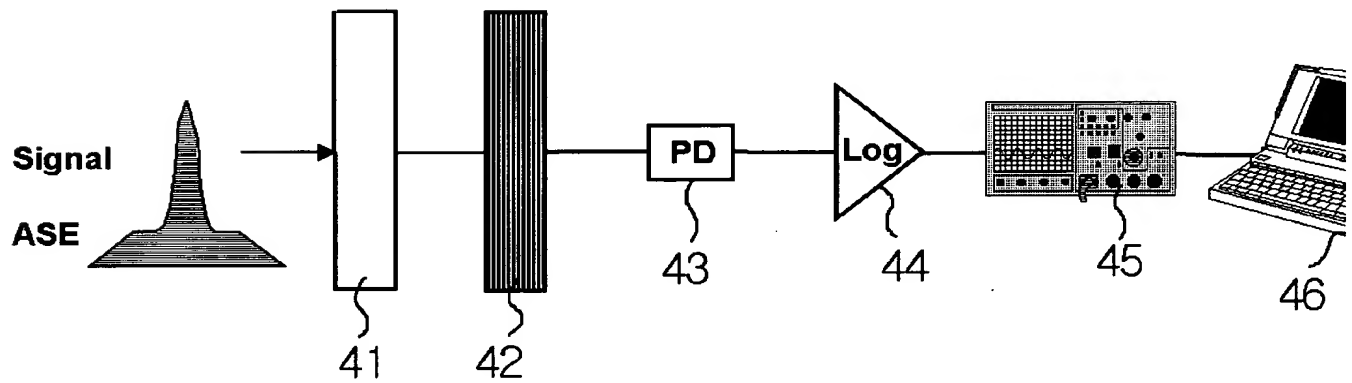
【도 2】



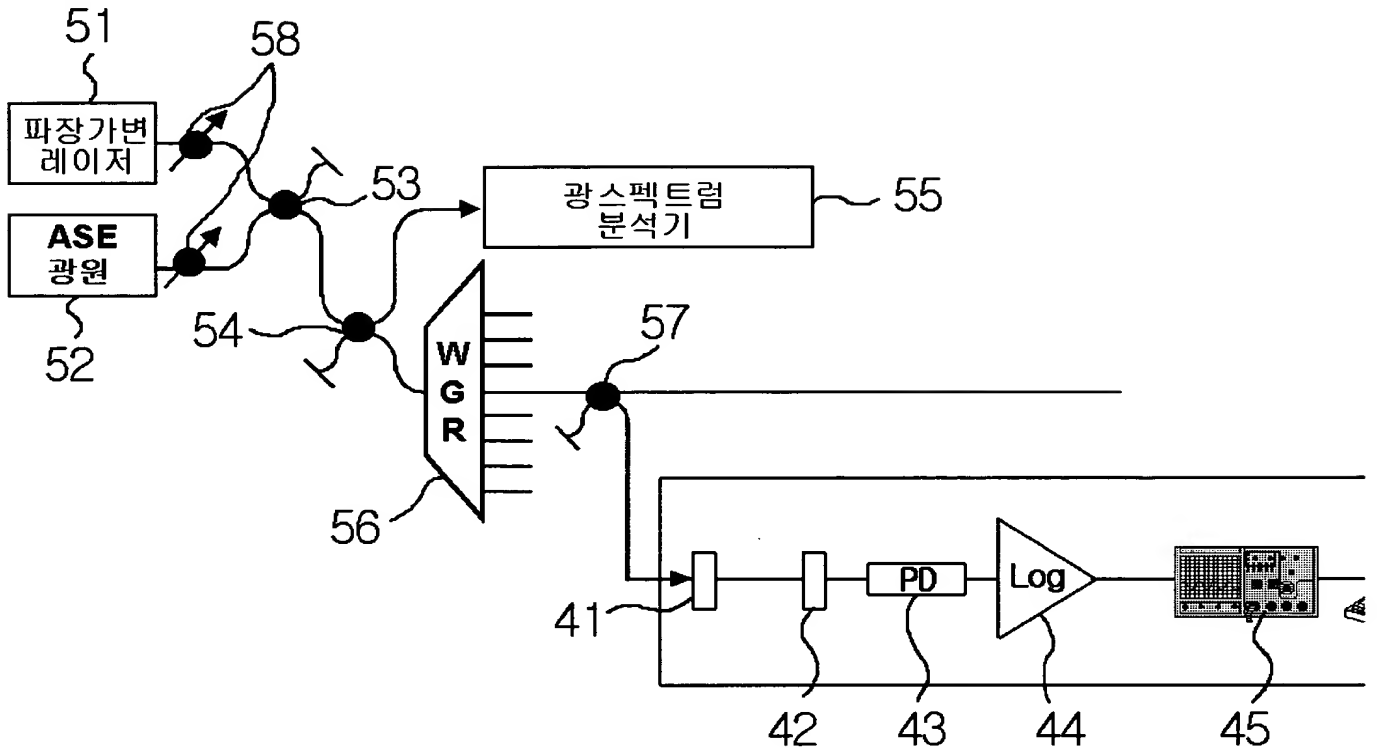
【도 3】



【도 4】

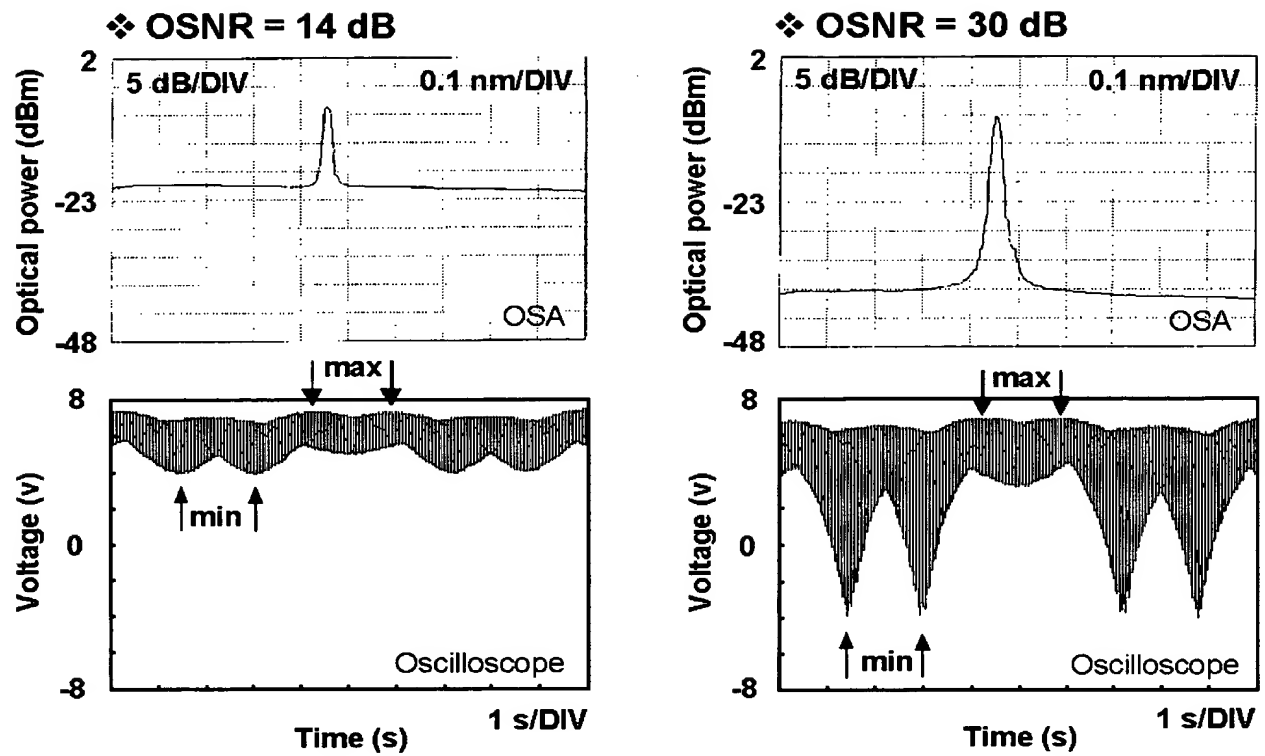


【도 5】

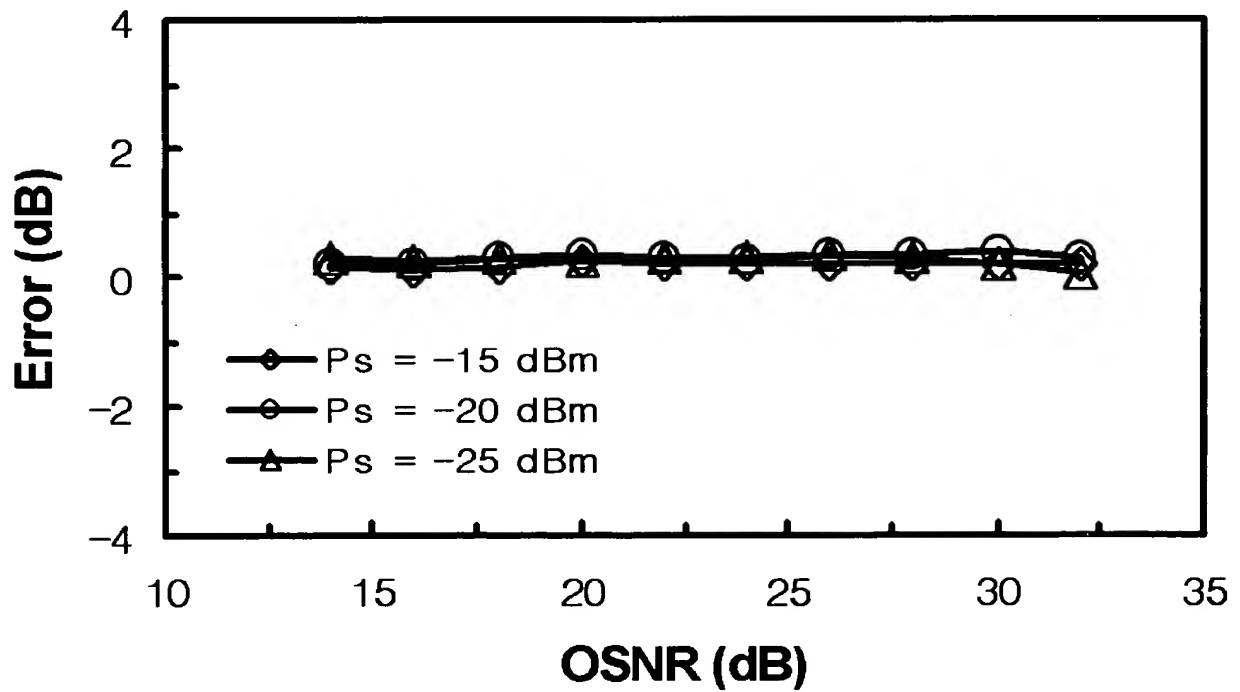




【도 6】



【도 7】



【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.06.29
【제출인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-050824-9
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2000-0030869
【출원일자】	2000.06.05
【심사청구일자】	2000.06.05
【발명의 명칭】	편광소멸법을 이용한 광신호 대 잡음비 감시방법 및 장치
【제출원인】	
【발송번호】	1-5-2000-0023906-19
【발송일자】	2000.06.27
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상 항목】	대리인
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-050824-9
【취지】	특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합니다. 대리인 전영일 (인)

1020000030869

출력 일자: 2000/9/20

【수수료】

【보정료】	11,000	원
-------	--------	---

【기타 수수료】	원	
----------	---	--

【합계】	11,000	원
------	--------	---